

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE
de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**BREVET D'INVENTION**

P.V. n° 946.245

Classification internationale :

N° 1.383.795

F 25 j

Réservoir de stockage de gaz liquéfié et son procédé de construction. (Invention :
Lucien, Louis RICHARD.)

Service national dit : GAZ DE FRANCE résidant en France (Seine).

Demandé le 30 août 1963, à 17 heures, à Paris.

Délivré par arrêté du 23 novembre 1964.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 1 de 1965.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7,
de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention a essentiellement pour objet un procédé de construction d'un réservoir de stockage de gaz liquéfié à très basse température à une pression voisine de la pression atmosphérique.

Le réservoir visé par l'invention est destiné à contenir par exemple, de grandes quantités de gaz naturel liquéfié.

Le procédé de construction, objet de l'invention, est remarquable en ce qu'il consiste à réaliser une enceinte fermée, très résistante mécaniquement, à mettre en place sur les parois internes de ladite enceinte un revêtement isolant thermique sensiblement continu formant calorifuge et à appliquer sur ledit revêtement une feuille, ou film souple, constituant une enveloppe interne étanche au liquide stocké et à sa vapeur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on réalise l'enceinte précitée en béton armé et on donne à ce béton armé une précontrainte conservée pour les températures les plus basses susceptibles d'être rencontrées au cours de l'exploitation du réservoir.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on met en place le calorifuge précité sur les parois internes de l'enceinte sous forme de couches successives de matière synthétique plastique expansée, telle que les mousses à cellules fermées à base de polyuréthanes ou de résines époxy, par moulage in situ ou par projection, notamment au pistolet, en couches successives.

Pour obtenir l'enveloppe étanche au liquide stocké et à sa vapeur, on réalise des feuilles imperméables de grande surface qu'on accroche à des moyens ancrés dans les parois du réservoir revêtues d'isolant, en formant entre deux points d'accrochage successifs des plis tels que l'enveloppe étanche ne soit pas exagérément tendue aux plus basses températures atteintes. Les

feuilles accrochées côte à côte sont rendues solidaires les unes des autres soit par thermosoudage, soit par collage, soit par tout autre procédé pour constituer une enveloppe étanche continue, appuyée sur le calorifuge, et par son intermédiaire sur l'enceinte résistante, par la pression du liquide et du gaz qui le surmonte.

L'invention vise également un réservoir réalisé selon le procédé précité.

On a déjà réalisé des réservoirs de stockage de gaz naturel liquéfié en béton précontraint. Ces réservoirs sont généralement utilisés pour un stockage enterré du gaz liquéfié. La précontrainte de ces réservoirs connus est réalisée au moyen de câbles d'acier tendus dans le sens vertical de la robe et sous forme de spires d'acier spécial entourant extérieurement ladite robe. Du mortier, appliqué par voie pneumatique, recouvre les spires de câbles de précontrainte à l'extérieur de la robe en béton. L'étanchéité au liquide stocké et à sa vapeur est obtenue grâce à une feuille d'acier inoxydable, recouvrant le béton à l'extérieur du réservoir, ou noyée dans le béton. L'isolement thermique est obtenu par application, à l'extérieur du béton d'une couche d'un isolant connu, mousse de verre par exemple. Pour éviter que l'humidité ne vienne perturber la qualité de ce calorifuge externe, on applique sur celui-ci une enveloppe externe le mettant à l'abri de l'humidité atmosphérique ou des terrains adjacents selon que le réservoir est aérien ou enterré.

Dans ce type de réservoir connu, les fils d'acier ou les barres d'acier utilisés pour la précontrainte du réservoir en béton armé doivent être d'une qualité spéciale (résilients à basse température) puisqu'ils sont soumis aux très basses températures régnant dans le réservoir, étant donné qu'il n'y a pas d'isolant entre le béton et le liquide froid stocké et que, de plus, le béton est relativement perméable au méthane liquide

65 2191 0 73 015 3

Prix du fascicule : 2 francs

dont la viscosité est environ la moitié de celle de l'eau.

Par contre, dans le réservoir selon l'invention, le film étanche empêche le liquide volatil stocké de pénétrer dans le calorifuge et dans le béton; de plus, la couche de calorifuge isole convenablement le béton dont les éléments constitutifs sont maintenus à une température beaucoup moins basse que celle rencontrée dans le cas du réservoir connu précité. Il en résulte que le ferrailage du réservoir proposé par l'invention peut être réalisé au moyen d'aciers d'une qualité beaucoup plus ordinaire que ceux de la technique antérieure.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre.

Dans les dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple :

La figure 1 représente, vu en élévation, avec arrachement partiel, un réservoir de stockage selon l'invention;

La figure 2 et la figure 3 représentent respectivement, en coupe selon un plan vertical, les raccordements, supérieur avec le toit et inférieur avec la sole, de la robe du réservoir;

La figure 4 montre en coupe les diverses couches de calorifuge appliquées sur les parois internes du réservoir et l'armature de renforcement de la dernière couche;

La figure 5 montre en coupe un élément d'ancrage destiné à l'accrochage du film étanche sur la paroi interne;

La figure 6 montre en coupe transversale, schématiquement et à très grande échelle, un morceau de film d'étanchéité selon l'invention;

La figure 7 est une autre vue du film de la figure 6 qui fait apparaître le recouvrement des feuilles métalliques d'étanchéité au gaz que comporte le film;

La figure 8 montre comment est réalisé le passage d'une canalisation à travers la paroi du réservoir selon l'invention.

Tel qu'il est représenté aux figures 1 à 3, un réservoir de stockage de gaz liquéfié à très basse température, selon l'invention, comporte une enceinte fermée, résistante mécaniquement, réalisée de préférence, en tout ou partie, en béton armé et constituée, dans l'exemple représenté, par une sole 10, une robe 12 et un toit 14. Sur les parois internes du réservoir ainsi constitué, est appliquée une couche d'isolant thermique 16, elle-même revêtue d'un film continu 18, qui empêche le contact direct du liquide stocké 20 et de la vapeur qui le surmonte, avec la couche d'isolant 16.

La robe 12 du réservoir est réalisée en béton précontraint. Elle est constituée par des panneaux semblables, préfabriqués, qui ont sensiblement la même forme que les douves d'un gros tonneau. Ces panneaux sont précontraints suivant leur plus grande dimension (la dimen-

sion verticale). L'étanchéité entre les panneaux formant la robe est réalisée par bourrage d'un mortier élastique dans les gorges ou feuillures qui se trouvent sur toute la périphérie de ces panneaux. On prévoit avantageusement des tirants verticaux traversant les panneaux verticalement pour donner à la robe une précontrainte verticale.

Une fois la robe réalisée au moyen des divers panneaux juxtaposés, on confère à ladite robe une précontrainte radiale au moyen de fils d'acier enroulés en une ou plusieurs nappes avec la tension voulue; les spires de ces fils ont été représentées en 22 sur les figures 1 à 3.

La tension donnée aux câbles 22 entourant les éléments de la robe est suffisante pour que, après contraction due à la basse température, il reste une tension positive donnant un effet de compression au béton dans lequel ne peuvent alors plus se développer de fissures. Les spires de câbles 22 sont recouvertes d'un revêtement de mortier de protection 24 appliqué par projection par exemple, sur une épaisseur de quelques centimètres.

Le toit 14 est généralement du type auto-porteur, c'est-à-dire qu'il se présente sous la forme d'un ellipsoïde de révolution ou d'un hyperboloïde à une nappe. Dans ce cas, les efforts périphériques sont encaissés par un anneau périphérique renforcé en béton armé 26 (fig. 2).

Selon une variante non représentée, le toit peut être réalisé sous forme d'une calotte, soit ellipsoïde de révolution, soit hyperboloïde à une nappe, réalisée en feuilles métalliques, soit en acier allié au nickel, soit en alliage d'aluminium. Dans ce cas, le toit peut être construit séparément puis posé sur la construction avec interposition d'un joint d'étanchéité et d'un ancrage convenable entre lui et le sommet de la robe en béton.

Il est évident qu'il y a lieu de tenir compte de la masse du toit lors du calcul de la précontrainte à donner aux éléments de la robe 12.

Le toit peut également être plat et supporté par des poteaux.

Le réservoir selon l'invention, dont la capacité est de l'ordre de quelques dizaines de milliers de mètres cubes, a de préférence une hauteur de robe égale à son rayon, ladite robe étant cylindrique.

Ce réservoir, s'il est utilisé comme réservoir aérien, comporte une sole de fondation 10, aérée de façon à ce que soit évité le gel du sol. Par contre, si le réservoir est totalement ou partiellement enterré, l'espace prévu entre la cavité et les parois externes est rempli de sable sec avec drainage convenable du terrain environnant. On notera que, dans le cas d'un réservoir enterré, l'épaisseur de calorifuge 16 peut être diminuée si l'on admet un certain gel du terrain environnant, le massif de sable environnant étant un

milieu de perméabilité isotrope destiné à éviter la formation de lentilles de glace qui engendreraient des poussées anarchiques et dangereuses.

On évite, bien entendu, de réaliser toute liaison rigide entre la robe et la sole et entre la robe et le toit. La figure 2 montre la liaison qu'il est possible de réaliser en ancrant dans le toit 14, perpendiculairement au joint de raccordement dudit toit avec la robe 12, un anneau plat 28 et, au sommet de la robe 12, perpendiculairement au joint, un anneau plat 30, les anneaux 28 et 30 étant reliés par une pièce annulaire formant soufflet étanche 32, réalisée au moyen d'un feuilard replié sur lui-même, en matériau inoxydable et résilient à basse température, tel que : acier inoxydable ou alliage de cuivre. On interpose avantageusement entre les parties planes des éléments 28 et 30 un lubrifiant d'un type connu.

On a représenté à la figure 3, engagées respectivement dans le bas de la robe 12 et au-dessus de la sole 10, des pièces annulaires 34 et 36, ancrées perpendiculairement au joint. Les pièces 34 et 36 sont reliées entre elles par un feuilard replié sur lui-même 38, assurant la jonction étanche entre la base de la robe 12 et la périphérie de la sole 10. Un lubrifiant convenable est prévu entre les plaques 34 et 36.

La couche de calorifuge 16 appliquée intérieurement sur la sole 10, sur la robe 12 et sur le toit 14 est réalisée, de préférence, au moyen de plastiques expansés tels que par exemple les mousses à cellules fermées de polyuréthanes ou de résines époxy. Le calorifugeage de la robe 12 et de la sole 10 est réalisé soit par moulage in situ, soit, de préférence, par projection, par exemple au pistolet, en couches unitaires de 2 à 3 cm d'épaisseur, la réaction chimique produisant l'expansion se faisant aussitôt après l'application. A cet effet, les produits employés sont mélangés avec un réactif convenable au moment de l'application et les bulles qui résultent des réactions chimiques complexes ne peuvent se dégager en même temps que le produit durcit; ces bulles sont du type fermé et intéressent 85 à 90 % de la masse totale.

On a représenté schématiquement à la figure 4 la couche d'isolant obtenue par applications successives de 7 couches de plastique expansé sur le béton de la robe 12. La surface apparente 40 de chaque couche présente une peau lisse qui est étanche et constitue une barrière d'étanchéité naturelle.

Une amélioration au procédé de mise en place des couches internes, soumises aux plus basses températures, consiste à armer ces dernières couches en y introduisant un métal déployé très mince, en acier inoxydable ou en alliage d'aluminium par exemple, ou un grillage dont les fils ont une section polygonale facilitant l'accrochage de la résine au métal. On peut également

prévoir un tissu à mailles extrêmement lâches de fibres de verre. On a représenté schématiquement en 42 une armature prévue dans la couche 44 de matière synthétique appliquée sur la robe 12. L'armature a pour effet d'empêcher la fissuration du plastique expansé lors de sa contraction aux très basses températures.

On notera que les produits choisis sont tels que l'adhérence des couches entre elles et l'adhérence de la couche de base sur le béton sont nettement plus grandes que la résistance interne du produit. L'ensemble forme donc un produit anisotrope mais monobloc. Le procédé d'application au pistolet peut s'avérer difficile à mettre en œuvre pour le revêtement du toit 14. Etant donné que ce toit n'est en contact qu'avec la vapeur surmontant le liquide stocké 20, on peut employer à cet effet des moyens connus tels que, par exemple, les panneaux préfabriqués de polyuréthane ou de chlorure de polyvinyle expansés que l'on colle ou que l'on accroche de toute manière connue.

Selon une variante représentée aux figures 2 et 3, on réalise un congé dans l'angle de raccordement de la robe avec le toit (fig. 2) et dans l'angle de raccordement de la robe avec la sole (fig. 3) au moyen de blocs de calorifuges rigides spécialement façonnés. Les blocs ainsi mis en place entourent les feuilards 32 et 38, qui peuvent ainsi jouer librement dans une cavité bourrée d'un calorifuge souple aux plus basses températures rencontrées, tel que laine de verre comprimée ou bourrage de plastique expansé mou. On a montré en 31 (fig. 2) le bourrage de calorifuge entourant le soufflet 32 et en 37 celui qui entoure le soufflet 38 (fig. 3). On prévoit avantageusement, dans les pièces de raccordement 46 entre robe et toit et 48 entre robe et sole, des embrèvements ou rainures améliorant le contact entre les blocs de polyuréthane et les couches de polyuréthane déposées sur la robe 12. Il est possible, suivant un mode d'exécution, non représenté, de recouvrir les blocs constituant l'arrondi d'une ou plusieurs couches de plastique appliqué par projection, de façon à assurer la continuité des surfaces verticales et horizontales.

Le film interne d'étanchéité 18 représenté schématiquement sur les figures 1 à 3, est constitué par une feuille complexe. Comme cela apparaît plus clairement sur les figures schématiques 6 et 7, cette feuille comprend un tissu-support 50, sur lequel sont appliquées par un procédé convenable, par exemple par calandrage, une première feuille de matière plastique 52, une feuille très mince de métal 54, puis une seconde feuille de matière plastique 56. Le tissu 50 est destiné à résister aux efforts de traction; il doit rester souple et supporter le plissage à la température très basse (de l'ordre de — 160 °C) à laquelle il se trouve lorsque le résér-

voir est rempli de gaz liquéfié. On utilisera avantageusement comme tissu 50, les tissus de coton de haute qualité, ou mieux, des tissus synthétiques tels que par exemple des tissus de fibres de polypropylène ou de fibres de verre. La feuille très mince 54 est réalisée en un métal facile à laminier et assurant une bonne étanchéité aux gaz, tel que l'aluminium, le cuivre ou autre métal conservant ses qualités aux basses températures. Les feuilles de matière plastique 52 et 56 sont, par exemple, du polyéthylène ou du polypropylène; leur matière doit être insensible à l'action des composants du gaz liquéfié stocké.

Sur la figure 7, on a montré en perspective et coupe transversale comment était réalisé le recouvrement de deux parties adjacentes de film 18a et 18b avec recouvrement partiel des feuilles métalliques 54a et 54b contenues dans lesdites parties. Sur le dessin, on a désigné par 52a et 56a les feuilles de matière plastique appliquées contre la feuille métallique 54a et par 52b et 56b celles qui sont appliquées sur la feuille métallique 54b. Les repères 50a et 50b se rapportent au tissu de coton ou analogue des films 18a et 18b. Pour obtenir le recouvrement de quelques centimètres (montré suivant la ligne 55) on a dénudé les feuilles métalliques 54a et 54b selon l'une de leurs faces, à savoir celle recouverte par la feuille plastique 52a en ce qui concerne la feuille métallique 54a et celle recouverte par la feuille plastique 56b en ce qui concerne la feuille métallique 54b. Les parties dénudées disposées face à face sont collées au moyen d'un adhésif convenable pour les basses températures considérées.

La continuité du film complexe 18a-18b peut alors être obtenue par exemple, par soudage lorsque les feuilles plastiques sont en matériau thermosoudable.

Selon le mode d'exécution représenté à la figure 7, on utilise un couvre-joint 58 collé sur les feuilles 56a et 56b et un couvre-joint 59 collé sur les tissus 50a et 50b. Le couvre-joint 58 est de préférence de même nature que les films 56a et 56b et le couvre-joint 59 est de préférence de même nature que les tissus 50a et 50b.

Il est évident qu'il est possible, le cas échéant, d'assembler des lés successifs de film 18 par soudure à recouvrement des films plastiques sans réaliser de collage particulier des feuilles métalliques.

Une fois les bandes successives de film assemblées par soudure au fer à air chaud, on accroche, de proche en proche, l'enveloppe réalisée, à des moyens d'accrochage ancrés dans la paroi du réservoir.

On a représenté à la figure 5, à titre d'exemple, l'accrochage du film 18 par l'intermédiaire d'une bande de tissu résistant 60 collée ou cousue sur le tissu-support 50. Cet accrochage est réalisé au moyen d'un anneau, d'un mousqueton,

d'une boucle ou analogue 62 passant sur un piton ou crochet 64 vissé dans un bloc de bois 66 ancré dans la masse d'isolant 16. Une plaquette 65 d'inox ou autre est disposée entre le crochet 64 et le film 18. La cavité 67 qui se trouve comprise entre le film 18, le bloc 66 et l'isolant 16, est remplie de préférence d'un bourrage d'isolant tel que laine de verre collée ou analogue. De nombreux pitons 64 ainsi ancrés sont prévus dans le calorifuge 16. On les dispose à des intervalles déterminés de telle façon qu'entre deux accrochages successifs, le tissu forme un pli évitant qu'il ne soit tendu lors de la contraction due au froid. Le film, en effet, est un simple film d'étanchéité; il ne doit supporter aucun effort mécanique de traction et transmettre uniquement la poussée du liquide au calorifuge qui la transmet lui-même à la paroi résistante en béton précontraint.

Le film plastique selon l'invention présente, grâce à sa nature complexe, des caractéristiques très intéressantes. Les couches de matière plastique qui sont imperméables au liquide, ne le sont que partiellement au gaz, mais la feuille mince métallique intercalée entre deux couches de film plastique est imperméable au gaz surmontant le liquide. Il est d'ailleurs possible de superposer plusieurs feuilles de ce film plastique.

L'étanchéité entre le film d'étanchéité 18 et les pièces métalliques ou autres, qui doivent traverser obligatoirement les parois en béton et le calorifuge, est assurée par exemple grâce à un montage à bride et contrebride dans lequel sont serrés, d'une part, le film et, d'autre part, un joint d'étanchéité.

On a représenté à la figure 8, à titre d'exemple, le passage à travers la robe 12 du réservoir, d'une tuyauterie 70 en métal résilient aux basses températures. Selon ce mode de réalisation, un orifice 72 est prévu à cet effet pour laisser passer la tuyauterie 70 dans le béton de la robe. Un bourrage de coulis de ciment plastique 74 est mis en place entre la tuyauterie 70 et les parois de l'orifice 72 de la robe 12. Le tuyau 70 comporte des ailettes 71 dans la partie traversant le calorifuge. Ces ailettes 71 ont pour effet d'augmenter la ligne de fuite le long du tuyau 70. Sur une bride 76 soudée à l'extrémité du tuyau 70 sont soudés ou vissés des goujons 78 en métal résilient.

Le film 18, percé d'un trou dont le diamètre est sensiblement celui du diamètre interne du tuyau 70, est appliqué contre la face externe de la bride 76 qui se trouve dans le plan de la surface externe du calorifuge 16. A l'intérieur du réservoir est disposé un tuyau 80, de préférence de mêmes caractéristiques que le tuyau 70. Le tuyau 80 comporte une bride 82 montée sur les goujons 78 avec interposition d'un joint 84 d'étanchéité constitué par exemple par un copolymère chargé de mat ou de tissu de verre.

Les phases normales de construction du réservoir qui vient d'être décrit sont, à titre d'exemple, les suivantes :

On réalise des fondations, par exemple sur pieux battus dont les têtes arasées sont liées par une dalle horizontale supportant des dés. Sur ces derniers, on pose une sole précontrainte sur laquelle on vient monter le premier rang d'éléments préfabriqués constituant la partie inférieure de la robe avec interposition, bien entendu, du joint d'étanchéité inférieur permettant les dilatations. L'étanchéité entre panneaux est assurée par bourrage des feuillures avec un mortier plastique convenable. On met en place le deuxième rang, puis le troisième rang de panneaux en enfilant ces panneaux sur des armatures verticales passant dans des trous prévus longitudinalement dans les panneaux. Ces armatures verticales permettent de donner au réservoir la précontrainte convenable, compte tenu de la masse du toit couronnant la robe. On effectue alors la précontrainte extérieure en enroutant dans le plan horizontal un câble de précontrainte suivant plusieurs spires tendues à la tension convenable selon un procédé connu. Après interposition du joint supérieur d'étanchéité, on réalise l'anneau renforcé puis le toit. On procède au gunitage (ciment de protection) de la nappe de fils de précontrainte et on met en place les tuyaux d'entrée ou de sortie des fluides avec bourrage au coulis de ciment plastique.

La deuxième phase consiste à appliquer les couches successives de calorifuge puis, après avoir mis en place, le cas échéant, les pièces de forme autour des soufflets de dilatation, à mettre en place, s'il y a lieu, les panneaux de calorifuge du toit et, lorsque tout le calorifuge est en place, à disposer les crochets auxquels doit être suspendu le film d'étanchéité.

La phase finale consiste à préparer en atelier des panneaux de surface importante par soudure ou collage de lés successifs du film complexe, à accrocher ces panneaux aux crochets mis en place dans le calorifuge, puis à réaliser in situ dans le réservoir les soudures d'assemblage des différents panneaux et les étanchéités autour des tuyauteries ou autres traversant les parois.

Le réservoir qui vient d'être décrit présente des caractéristiques très intéressantes. On conçoit, en effet, que la résistance mécanique du réservoir est totalement assurée par une carcasse en béton précontraint, alors que l'isolation thermique est assurée par une mousse en matière plastique d'excellentes caractéristiques isolantes, l'étanchéité étant assurée par une sorte de ballon interne prenant appui sur les couches d'isolant thermique, lesquelles transmettent les efforts à la carcasse externe résistante.

Les risques d'accident avec le réservoir pro-

posé par l'invention sont minimales. En effet, les barrières successives s'opposant aux fuites sont nombreuses. On rencontre successivement en allant du liquide stocké à l'extérieur du réservoir : le film complexe d'étanchéité, puis les « peaux » successives des couches d'isolant thermique, qui est également imperméable s'il n'est pas fissuré (et on a vu que cette fissuration est évitée grâce aux armatures qu'il comporte dans la zone soumise aux plus faibles températures) et, enfin, l'enceinte de béton qui présente une certaine étanchéité grâce aux soufflets de liaison entre robe et toit, d'une part, et robe et sole, d'autre part, et qui résiste bien par lui-même aux très basses températures.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode d'exécution décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. Le même type de revêtement calorifuge et d'enveloppe interne souple peut ainsi être appliqué à l'intérieur d'un réservoir métallique, réalisé en métal résilient de préférence et selon des procédés connus.

RÉSUMÉ

L'invention a essentiellement pour objets :

I. Un procédé de construction d'un réservoir de stockage de gaz liquéfié à très basse température à une pression voisine de la pression atmosphérique, remarquable notamment, par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaison :

a. Il consiste à réaliser une enceinte fermée très résistante mécaniquement, à mettre en place sur les parois internes de ladite enceinte un revêtement d'isolant thermique sensiblement continu et à appliquer sur ledit revêtement une feuille ou film souple constituant une enveloppe interne étanche au liquide stocké et à sa vapeur;

b. On réalise l'enceinte précitée en béton armé et on donne à ce béton armé une précontrainte conservée pour les températures les plus basses susceptibles d'être rencontrées au cours de l'exploitation du réservoir;

c. On met en place le revêtement d'isolant thermique précité sur les parois internes de l'enceinte sous forme de couches successives de matière synthétique plastique expansée, telle que mousses à cellules fermées à base de polyuréthanes ou de résines époxy, par moulage in situ ou par projection, notamment au pistolet, en couches successives;

d. On noie dans les couches d'isolant thermique, qui sont voisines du liquide froid stocké, une armature de métal déployé ou de grillage en métal résilient aux basses températures considérées, ou un tissu à larges mailles de fibres de verre, ladite armature s'opposant aux fissurations;

e. Selon une variante, on met en place l'isolant thermique sous forme de panneaux ou blocs préfabriqués;

f. On colle ou on accroche par des moyens connus les panneaux ou blocs précités aux parois latérales et/ou au toit;

g. On réalise la feuille ou film souple d'étanchéité sous forme de lés, par collage ou calandrage d'un ensemble de deux films de matière plastique, entre lesquels se trouve disposée une feuille mince de métal résilient, aux basses températures, sur un tissu support restant souple et susceptible d'être plissé aux plus basses températures considérées;

h. On réalise au moyen des lés précités, rendus solidaires côte à côte et bout à bout, par collage ou ramollissement local par exemple (thermosoudure) des feuilles de grande surface qu'on accroche à des moyens ancrés dans les parois du réservoir revêtues d'isolant en formant, entre deux points d'accrochage successifs des plis tels que l'enveloppe étanche ne soit pas exagérément tendue aux basses températures;

i. On colle ou on lie par thermosoudage au fer à air chaud par exemple, les feuilles accrochées pour former une enveloppe étanche continue, les feuilles métalliques étant rendues continuellement étanches par collage à recouvrement.

II. Un réservoir de stockage de gaz liquéfié à très basse température, construit selon le procédé, et, remarquable notamment, par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaison :

a. Il comporte une enceinte fermée, très résistante mécaniquement, les parois internes de ladite enceinte étant revêtues d'une couche de calorifuge, elle-même recouverte d'un film souple, constituant une enveloppe interne étanche au liquide stocké et à sa vapeur;

b. L'enceinte précitée, réalisée de préférence en béton armé précontraint, comporte un toit et une sole reliés par une paroi latérale ou robe

sensiblement verticale, réalisée au moyen de panneaux jointifs disposés sous forme de plusieurs rangs superposés formant viroles, lesdits panneaux, de préférence en béton armé précontraint, étant solidarisés par des armatures verticales leur donnant une précontrainte de compression, l'ensemble de la robe étant entouré de cerces ou de spires de câbles de précontrainte recouverts de ciment de protection;

c. La couche de calorifuge précitée, appliquée sur les parois internes de l'enceinte, comporte une armature de métal déployé ou grillage en métal résilient aux basses températures ou de tissu à larges mailles de fibres de verre;

d. Des moyens tels que crochets ou analogues sont prévus pour l'accrochage du film souple d'étanchéité sur les parois de l'enceinte revêtues de leur calorifuge;

e. L'enveloppe interne d'étanchéité est réalisée au moyen de lés de film complexe consistant en une superposition, sur un tissu support qui reste souple et peut être plissé à basse température, d'un ensemble, appliqué par calandrage, d'au moins deux films de matière plastique convenable entre lesquels se trouve disposée au moins une feuille mince de métal;

f. Le tissu support précité est de préférence du coton ou un tissu de polypropylène;

g. Les deux films de matière plastique sont des films de polyéthylène et/ou polypropylène ou analogues;

h. La ou les feuilles très minces de métal comprises entre les deux films de matière plastique sont réalisées en aluminium ou en cuivre ou en un autre métal présentant de bonnes caractéristiques mécaniques à basse température sous une faible épaisseur.

Service national dit :

GAZ DE FRANCE

Par procuration :

Z. WEINSTEIN



